

PAT-NO: JP405071639A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05071639 A

TITLE: CONTROLLER OF LOCKUP CLUTCH IN AUTOMATIC
TRANSMISSION

PUBN-DATE: March 23, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAKAGUCHI, SHINICHI

SAKAI, ICHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HONDA MOTOR CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03263012

APPL-DATE: September 14, 1991

INT-CL (IPC): F16H061/14, G05B013/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To control a lockup clutch into a desired operating state by seeking the duty ratio of a solenoid which determines the operating state of the lockup clutch in a way of finding a desired speed ratio by way of an inference by a fuzzy production rule as to an engine driving parameter inclusive of running resistance.

CONSTITUTION: This controller consists of a first inference part, connecting a fuzzy inference part in two steps and determining a desired speed ratio, and a second inference part, controlling the duty ratio of a magnetic solenoid valve 45 for feedback to be turned to the determined desired speed ratio. Here, the speed ratio is found out of turbine shaft revolution/pump shaft

BEST AVAILABLE COPY

revolution of a torque converter 22. As for the speed ratio, a fuzzy inference takes place from an input parameter in conformity with a fuzzy production rule, and first of all, a speed change portion is found out, adding it to an actual speed ratio, thus the desired speed ratio is calculated. Also, the desired duty ratio is determined as well. Therefore, an interval leading to release from connection of a lockup clutch is continuously controllable.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-71639

(43)公開日 平成5年(1993)3月23日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 H 61/14	G	9137-3 J		
G 0 5 B 13/02	N	9131-3 H		
// F 1 6 H 59: 24		8207-3 J		
59: 40		8207-3 J		
59: 46		8207-3 J		

審査請求 未請求 請求項の数 6(全 27 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-263012

(22)出願日 平成3年(1991)9月14日

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 阪口 伸一

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 酒井 伊知郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

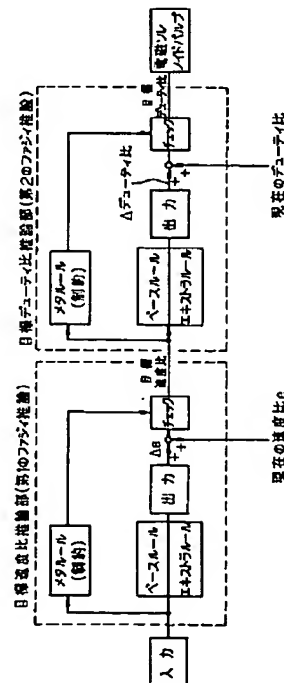
(74)代理人 弁理士 吉田 豊 (外1名)

(54)【発明の名称】 自動変速機のロックアップクラッチの制御装置

(57)【要約】

【構成】 スロットル開度、勾配抵抗、トルクコンバータの実際の速度比等をパラメータとしてファジィプロダクションルールを用いて第1のファジィ推論を行って目標速度比を決定し、次いで目標速度比と実際の速度比の偏差をパラメータとして第2のファジィプロダクションルールに基づいて第2のファジィ推論を行って目標デューティ比を決定してロックアップクラッチを半クラッチ状態を含む締結から解放に至る間の所望の滑り度に制御する。

【効果】 種々の運転状況に合わせた制御が可能となってドライバビリティと燃費、騒音等との両立が可能となると共に、シフトビジーを解消して人の感性、意図、判断に一層良く適合する制御を実現することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 自動変速機のトルクコンバータの機関出力軸に接続されるポンプインペラと変速機入力軸に接続されるタービンランナとを連結可能なロックアップクラッチの作動状態をソレノイドを介してデューティ比制御する自動変速機のロックアップクラッチの制御装置において、

a. 少なくとも機関負荷と、走行抵抗と、トルクコンバータの速度比とを含む機関の運転パラメータを求める手段、

b. 求めた運転パラメータから、その少なくとも1つについて設定されたメンバーシップ関数からなる前件部（I F 部）と目標速度比について設定されたメンバーシップ関数からなる後件部（T H E N 部）とを有する複数のファジィプロダクションルールに基づいてファジィ推論を行って目標速度比を決定する目標速度比決定手段、

及び

c. 決定された目標速度比に応じて前記ソレノイドを駆動するデューティ比を決定するデューティ比決定手段、を備えたことを特徴とする自動変速機のロックアップクラッチの制御装置。

【請求項2】 前記デューティ比決定手段は、目標速度比と実際速度比との偏差を求め、求めた偏差から該偏差について設定されたメンバーシップ関数を含む前件部（I F 部）と目標デューティ比について設定されたメンバーシップ関数からなる後件部（T H E N 部）とを有する複数の第2のファジィプロダクションルールに基づいて第2のファジィ推論を行って目標デューティ比を決定することを特徴とする請求項1項記載の自動変速機のロックアップクラッチの制御装置。

【請求項3】 前記走行抵抗が勾配抵抗であり、前記運転パラメータ算定手段は、全体の走行抵抗から平坦路の走行抵抗を減算して勾配抵抗を求めることを特徴とする請求項1項乃至2項のいずれかに記載の自動変速機のロックアップクラッチの制御装置。

【請求項4】 前記第1の及び／又は第2のファジィプロダクションルールが、人の意思決定を分析して運転状態に応じて階層的に構成されてなることを特徴とする請求項1項乃至3項のいずれかに記載の自動変速機のロックアップクラッチの制御装置。

【請求項5】 前記第1の及び／又は第2のファジィプロダクションルールが、ファジィ推論を行って決定された値に優先する制御値を有するルールを含むことを特徴とする請求項4項記載の自動変速機のロックアップクラッチの制御装置。

【請求項6】 前記第1の及び／又は第2のファジィ推論において、運転パラメータとそれについて設定されたメンバーシップ関数とに番号を付して特定し、該番号を使用して運転パラメータについて予めメンバーシップ値

2

を算出し、次いで算出値から各ルールの前件部の適合度を算出することを特徴とする請求項1項乃至5項のいずれかに記載の自動変速機のロックアップクラッチの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は自動変速機のロックアップクラッチの制御装置の改良に関する。

【0002】

10 【従来の技術】従来の自動変速機のロックアップクラッチの制御にあつては、ロックアップクラッチの締結領域は車速とスロットル開度とをパラメータとして2次元平面上での変速マップから決定されていた。これに対して車両の駆動力（余裕駆動力）は上記の2つのパラメータのみでは一義的に決定することができず、例えば登坂時では平地走行に対し、同じスロットル開度、同じ車速では走行に十分な駆動力が得られない。一方、燃費、騒音等の観点からは、できるだけロックアップクラッチの締結領域を拡大し、トルクコンバータのスリップ（滑り）を低減して効率を増大し、機関回転数を低下させる必要がある。前記した2つの要素の両立は、従来の2次元マップによる制御では非常に困難であった。例えば、平地でのロックアップクラッチの締結領域の拡大を図ると、登坂時の駆動力不足によりドライバビリティが著しく低下する。このため登坂時を含め種々の運転状態でのドライバビリティを確保しようとする、ロックアップクラッチ締結領域は狭まり、高速域や減速域での効果が不十分となる。

20 【0003】更に、従来技術における変速マップによる制御の場合には、山間地のアクセル操作が頻繁となる走行状態の場合、ないしは運転者が意図的にアクセルを頻繁に操作した様な走行状態の場合、ロックアップクラッチの締結と解放が繰り返され、耐久性が低下すると共に燃費が却って悪化する不都合を生じていた。即ち、手動変速機車両で熟練運転者が行っていた操作感覚からみて、従来のマップによるロックアップ制御は、運転者の意図、感覚、判断に必ずしも十分に適合するものではなかった。そこで特開平3-103665号公報において車両加速度と機関出力とから路面勾配を求めると共に、その路面勾配を含む機関運転パラメータに基づいてファジィ推論を行ってロックアップクラッチの締結・解放を決定し、運転者の意図、判断、感覚により近づける様にした制御技術が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来技術にあつてはDレンジの3速、4速のみについてロックアップクラッチの締結と解放の2位置をオン／オフ制御するだけで半クラッチ状態を制御しないため、例えば、半クラッチ状態により低速時に問題となる機関振動を遮断しつつ、トルクコンバータの伝達効率を改

3

善すると言ったロックアップクラッチの特性を十分に活かしているとは言いがたかった。

【0005】また上記した従来技術にあってはファジィ推論を用いてクラッチの締結・解放を決定しているが、ファジィ推論は周知の如く、ファジィ関係によるものとファジィプロダクションルールによるものとの2種がある。このうち、上記した従来技術においては、ロックアップクラッチを締結・解放するときに満たすべき条件を前件部としてルール化し、各制御ルールの満足度の「度合い」を求め、両者を比較して大きい方の後件部を選択実行する様に構成されており、即ちファジィ関係による推論を用いている。このファジィ関係による推論においては、多種のファジィ関係を直列乃至は並列に接続した複雑な関係によって記述したモデルを扱うこととなり、その点で故障診断等のいわゆる後向きの推論には適しているが、ロックアップの決定の如く、現在の事象を分析して制御値を求める様な、いわゆる前向きの推論には適していない。逆に、ファジィプロダクションルールによる推論においては、IF... THENで示される制御則によってモデルを記述することから、人の行動様式を容易に記述することができて知識ベースを作り易く、また対話形式による制御則作りが可能となつて一層的確に熟練運転者が手動変速機車両で得ている経験的な操作ノウハウを採り入れることができ、人の感性に適合した制御を実現し易い。また、制御則の改変も容易である。

【0006】更に、上記した従来技術においては、センサを用いることなく、演算から路面勾配を求めている。その点でセンサ系のコストを低減する利点を備えているが、路面勾配の算出が近似値であつて確度において必ずしも満足し難いものであつた。

【0007】従つて、本発明の目的は従来技術の上述の欠点を解消することにより、ロックアップクラッチを半クラッチ状態を含んで締結から解放に至る間を連続的に制御すると共に、ファジィプロダクションルールによる推論を通じて制御値を決定することによってロックアップクラッチの特性を十分に活かすと共に、人の意図、意思決定、感性に一層良く適合する様にした自動変速機のロックアップクラッチの制御装置を提供することを目的とする。

【0008】更には、走行抵抗も従来技術と同様にセンサによる検出値からではなく演算で求めると共に、その値を一層正確に求めることができる様にした自動変速機のロックアップクラッチの制御装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は例えば請求項1項において、自動変速機のトルクコンバータの機関出力軸に接続されるポンプインペラと変速機入力軸に接続されるタービンランナとを連結可能なロックアップクラッチの作動状態をソレノイド

4

を介してデューティ比制御する自動変速機のロックアップクラッチの制御装置において、少なくとも機関負荷と、走行抵抗と、トルクコンバータの速度比とを含む機関の運転パラメータを求める手段、求めた運転パラメータから、その少なくとも1つについて設定されたメンバーシップ関数からなる前件部（IF部）と目標速度比について設定されたメンバーシップ関数からなる後件部（THEN部）とを有する複数のファジィプロダクションルールに基づいてファジィ推論を行つて目標速度比を決定する目標速度比決定手段、及び決定された目標速度比に応じて前記ソレノイドを駆動するデューティ比を決定するデューティ比決定手段を備える如く構成した。

【0010】

【作用】走行抵抗を含む機関運転パラメータについてファジィプロダクションルールによる推論を行つて目標速度比を求め、それからロックアップクラッチの作動状態を決定するソレノイドのデューティ比を求める様に構成したことから、ロックアップクラッチを半クラッチ状態を含む所望の作動状態に制御することができ、トルク増加要求と燃費低減要求を両立させつつ、人の意図、意思決定、感性に一層良く適合する制御を実現することができる。また低速でのロックアップクラッチ締結で問題となる機関トルク変動による車体振動を半クラッチにより遮断、防止することができると共に、半クラッチ状態を作りだせるため、動力性能を損なうことなく、燃費向上を図ることができる。

【0011】

【実施例】以下、添付図面に即して本発明の実施例を説明する。第1図は本発明に係る自動変速機のロックアップクラッチの制御装置を全体的に示す概略図であり、同図に従つて説明すると、符号10は内燃機関の本体を示す。機関本体10には吸気路12が接続されており、その先端側にはエアクリーナ14が取着される。エアクリーナ14から導入された吸気は、車両運転席床面のアクセルペダル（図示せず）に連動して作動するスロットル弁16を介して流量を調節されて機関本体に至る。吸気路12の燃焼室（図示せず）付近の適宜位置には燃料噴射弁（図示せず）が設けられて燃料を供給しており、吸入空気は燃料と混合されて燃焼室内に入りピストン（図示せず）で圧縮された後点火プラグ（図示せず）を介して着火されて爆発し、ピストンを駆動する。ピストン駆動力は回転運動に変換されて機関出力軸18から取り出される。

【0012】機関本体10の後段には自動変速機20が接続されており、自動変速機20はトルクコンバータ22と遊星歯車等からなる変速機構24とからなる。トルクコンバータ22はポンプインペラ22a、タービンランナ22b、カバー22c及びステータ22dからなり、ポンプインペラ22aはカバー22cを介して機関出力軸18に接続されると共に、タービンランナ22b

5

は変速機構24のミッション入力軸(メインシャフト)26に接続される。尚、変速機構のミッション出力軸(プロペラシャフト)28はディファレンシャル装置30を介してドライブシャフト(ハーフシャフト)32に接続され、機関出力を変速した駆動力を車輪34に伝達する。トルクコンバータ22にはロックアップクラッチ40が設けられる。

【0013】図2はロックアップクラッチ40の油圧回路図である。図において、オイルポンプ41から吐出されたライン圧は管路42を介してモジュレータバルブ43に送られ、そこでモジュレータ圧に調整された後、管路44を介して電磁ソレノイドバルブ(デューティソレノイド)45に供給される。モジュレータ圧は、電磁ソレノイドバルブ45でデューティ値(比)に比例したデューティ圧に調整され、管路46を介してロックアップコントロールバルブ47に送られ、バルブ47を図において左方に押す。このためロックアップコントロールバルブ47は左方に動き、管路48を介して送られてきたライン圧は管路49に接続され、スプリング50の弾性力と共に、バルブ47を図で右方に押し戻す。その結果、管路49の圧力はデューティ圧に比例した圧力となり、デューティ圧が高いときは管路49の油圧も高く、デューティ圧が低いときは管路49の油圧も低くなる様に調整される。

【0014】ロックアップクラッチ40は、ピストン40aと、ピストン40aに隣接してトルクコンバータのカバー22c(及びポンプインペラ22a)と一体に構成されたフェーシング40bと、タービンランナ22bと一体に構成され、自由端がフェーシング40bの凹部に挿入されたクラッチディスク40cとからなる。ここで前記した管路49の油圧はトルクコンバータ22に供給され、カバー22cとピストン40aとの間に送られて背圧となってピストン40aを図で右方に押す。一方、ピストン40aとタービンランナ22bの間にはチェックバルブ51を介して一定圧に調整された油圧が内圧として供給される。ロックアップクラッチ40はこの内圧と背圧との差の大小にて締結、解放、スリップの各状態となる。電磁ソレノイドバルブ45はロックアップ制御ユニット60に接続されており、該ユニットは0~100%の間のデューティ比を与えて電磁ソレノイドバルブ45をPWM(パルス幅)制御し、前記したデューティ圧を制御して結果的に背圧の値を所望値に制御する。ここで、

締結 : 背圧>>内圧 (デューティ圧が極めて高圧)

解放 : 背圧<<内圧 (デューティ圧が極めて低圧)

スリップ: 差圧の程度により速度比を変化させてスリップさせる。

である。尚、ここで背圧とデューティ比の関係は逆比例

6

の特性に設定され、デューティ比0%のとき背圧=8[kg/cm²]、デューティ比100%のとき背圧=0[kg/cm²]となる様に設定する。即ち、デューティ比が100%に近づくほどロックアップクラッチは解放され、100%で完全に解放される。尚、図2で符号52はオイルクーラを、符号53はレギュレータバルブを示す。

【0015】また、前記吸気路12のスロットル弁16の付近にはその開度を検出するポテンショメータ等からなるスロットルセンサ62が設けられると共に、機関本体10付近のディストリビュータ(図示せず)等の回転部には電磁ピックアップ等からなるクランク角センサ64が設けられ、ピストンのクランク角位置を検出して所定クランク角度毎に信号を出力する。また機関吸気路12のスロットル弁16下流の適宜位置には吸気圧センサ66が設けられ、吸気圧力を絶対値で検出する。更に、車両運転席床面に設置されたブレーキペダル(図示せず)の近傍にはブレーキペダルの踏み込みを検出するブレーキスイッチ68が設けられると共に、ドライブシャフト32の適宜位置にはリードスイッチ等からなる車速センサ70が設けられて車両の走行速度を検出する。更に、自動変速機20内にはATF温度センサ72が設けられてATF油温を検出すると共に、ミッション入力軸26の適宜位置にはタービン回転速度センサ74が設けられてトルクコンバータ22のタービン(ランナ)回転数(速度)を検出する。これらのセンサ62, 64, 66, 68, 70, 72, 74の出力は、ロックアップ制御ユニット60に送出される。尚、制御ユニットとしては他に変速制御ユニット80が設けられて、シフトバルブ82を介して変速機構の変速(シフト)を制御するが、本発明の要旨はロックアップ制御にあり、変速制御にはないので、その詳細な説明は省略する。

【0016】図3は該変速制御ユニット60の詳細を示すブロック図であるが、同図に示す如くスロットルセンサ62等のアナログ出力は制御ユニット60に入力された後、先ずレベル変換回路88に入力されて適宜レベルに増幅され、マイクロ・コンピュータ90に入力される。マイクロ・コンピュータ90は、入力I/O90a、A/D変換回路90b、CPU90c、ROM90d及びRAM90e及び出力I/O90f並びに一群のレジスタ及びカウンタ(共に図示せず)を備えており、前記レベル変換回路88の出力はそのA/D変換回路90bに入力されてデジタル値に変換されてRAM90eに一時格納される。

【0017】同様に、クランク角センサ64等のデジタル出力も制御ユニット内において波形整形回路92で波形整形された後、入力I/O90aを介してマイクロ・コンピュータ内に入力されてRAM90eに一時記憶される。CPU90cはそれ等の実測値及びそれ等から算出した種々の演算値に基づいて後述の如くデューティ比

制御値を決定して出力I/O90fから出力回路94に送出し、電磁ソレノイドバルブ45を励磁/非励磁してロックアップクラッチの作動状態を目標値に制御する。

【0018】続いて、図4以下のフロー・チャートを参照して本制御装置の動作を説明する。

【0019】ここで、具体的な説明に入る前に図5を参照して本制御装置の特徴を概略的に説明すると、本制御装置においてはファジィ推論部を2段接続し、目標速度比を決定する第1の推論部と、決定された目標速度比に*

$$\text{目標速度比 } e_n = \text{速度比変化分 } \Delta e + \text{実際の速度比 } e_{n-1}$$

で算出する。ここで添字 n は今回算出 (サンプリング) した値を、n-1 は前回算出 (サンプリング) した値を示す。また目標デューティ比についても同様に、

$$\text{目標デューティ比 } DUTY_n = \text{デューティ比変化分 } \Delta DUTY_n + \text{実際の}$$

$$\text{デューティ比 } DUTY_{n-1} \quad [\%]$$

で決定する。

【0020】他の特徴としては、人の意思決定を分析して車両の運転状態に応じてファジィプロダクションルールを階層的に分けて作成し、ルールの個数を最小限度に止めたことである。即ち、あらゆる運転状態に共通する一般的な制御則をベースルール、限定的な運転状態にのみ対応する制御則をエキストラルールとすると共に、禁止条件を定めた制約的な制御則をメタルールとした。従って決定された目標速度比はメタルールからチェックを受ける。図6～図8に第1のファジィ推論部で使用する目標速度比決定のためのルール群を、また図9～図11に第2のファジィ推論部で使用する目標デューティ比を決定するためのルール群を示す。これらのルール群で予定するパラメータから、それに対応するメンバーシップ関数を用いてファジィ推論を行って目標値を決定する。

【0021】従って、図4に戻ると、先ずS10においてこれらのルール群で使用するパラメータを検出、算出する。パラメータとして第1の推論部では図6～図8に示す様に、スロットル開度 θ_{TH} [度: 0～84度 (WOT)]、実際の速度比 e 、トルクコンバータのタービン回転数 NT [rpm]、勾配抵抗 $[kg]$ 、ATF油温 [度]、タイヤ回転数 $[rpm]$ 、タイヤ回転変化 $[rps]$ を使用する。また第2の推論部では図9～図11に示す様にパラメータとして、速度比偏差 E 、速度比偏差の差分 ΔE 、ATF油温 [度]を使用する。ここで、速度比偏差 E は、

$$\text{速度比偏差 } E = \text{目標速度比 } e_n - \text{実際の速度比 } e_{n-a}$$

で算出する。また速度比偏差の差分 ΔE は、

$$\text{速度比偏差の差分 } \Delta E = E_n - b(\text{前回サンプリング偏差}) - E_n(\text{今回サンプリング偏差})$$

で算出する。尚、 $\Delta^2 E$ は2階差分を示す。ここで“a”、“b”は前回算出値でも良く、あるいは数回前に求めた値でも良い。速度比の変化は応答性が比較的遅いため、前回算出値よりも数回前の値を使用するのが望まし

※50

* するべく電磁ソレノイドバルブ45のデューティ比をフィードバック制御する第2の推論部とからなる様にした。ここで速度比 (e) は言うまでもなく、トルクコンバータ22のタービン軸回転数/ポンプ軸回転数から求められる。その速度比について本制御装置においては入力パラメータからファジィプロダクションルールに従ってファジィ推論して先ず速度比変化分 Δe を求め、実際の速度比に加算して目標速度比を算出する如くした。即ち、

※い。

【0022】上記のうち、スロットル開度 θ_{TH} はセンサ検出値から、実際の速度比 e はタービン回転数 NT (センサ検出値)/機関回転数 (クランク角センサ64の出力を所定時間カウントして算出) から、ATF油温はセンサ検出値から求め、タイヤ回転数は車速値が等価なことから車速センサ70の検出値で代用する。また速度比偏差 E 、その変化分 ΔE の求め方は今述べた通りであるが、勾配抵抗の算出は特殊な手法を用いるので、それについて図12を参照して説明する。

【0023】図12フロー・チャートにおいて、先ずS100において現状のトルク TE を下記の如く算出する。

$$\text{現在のトルク} = (716.2 \times \text{実馬力}) / \text{機関回転数} \quad [kg \cdot m]$$

実馬力の算出は例えば、機関回転数と吸気圧力とから検索自在なマップをROM内に予め用意して行う。尚、“716.2”は馬力→トルク換算用の定数である。続いて、S102において図13にその特性を示すマップを検索してトルクコンバータ22の増幅度を算出し、S104で換算トルクに乗じて補正し、S106で補正トルクの平均値を算出する。これは、スロットル開度の変化が機関出力に反映されるまで若干の遅れがあるので、それを補償するためのものである。図14はその平均化作業を示す説明図である。続いて、S108でブレーキ操作が行われていないことを確認した後、S110で走行抵抗 R を以下の如く算出する。

$$\text{走行抵抗 } R = \{ (\text{平均トルク } TRQ \times \text{伝達効率 } \eta \times \text{総減速比 } G/R) / \text{タイヤ有効半径 } r \} - \{ (1 + \text{等価質量}) \times (\text{車体質量 } M \times \text{加速度 } \alpha) \} \quad [kg]$$

尚、伝達効率 η 、総減速比 G/R 、タイヤ有効半径 r 、等価質量 (相当質量係数)、車体質量 M (理想値) は、予めデータを求めてROM内に格納しておく。

【0024】この走行抵抗の算出について説明を補足すると、車両の動力性能は運動方程式から、

$$\text{駆動力 } F - \text{走行抵抗 } R = (1 + \text{等価質量}) \times (\text{車体重量 } W / \text{重力加速度 } G) \times \text{加速度 } \alpha \quad [kg]$$

$$g) \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

となる。ここで

$$\text{駆動力 } F = (\text{トルク (平均) } TRQ \times \text{総減速比 } G/R \times \text{伝達}$$

効率 η)/タイヤ有効半径 r [kg]

走行抵抗 $R = (\text{ころがり抵抗} \mu_0 + \text{勾配} \sin \theta) \times \text{車重} W_r + \text{空気抵抗} (\mu A \times V^2)$ [kg]

上式において走行状態によって変化するものは、乗員数及び積載貨物量により変動する実際の車重 W_r と、走行路面に応じて異なる勾配 $\sin \theta$ であり、これらは全て走行抵抗に含まれる(尚、 V は車速を示す)。従って、①式を変形することにより、

走行抵抗 $R = \text{駆動力} F - (1 + \text{等価質量}) \times \text{車体質量} M \times \text{加速度} a$ [kg]

と求められる(ここで車体質量 $M = \text{車体重量} W / \text{重力加速度} G$)。尚、S108でブレーキ操作中と判断された場合は制動力が加わって正確な値を求め難いので、S112に進んで前回算出値を使用する。

【0025】次いで、S114に進み、かく求めた走行抵抗値から平坦路の走行抵抗の値を減算して勾配抵抗を算出する。即ち、走行抵抗は、ころがり抵抗、空気抵抗、勾配抵抗、加速抵抗からなり、S110で求めた走行抵抗値は加速抵抗を除くすべての走行抵抗を含んでいるので、それから平坦路の走行抵抗を減算することで勾配抵抗を逆算することができる。この平坦路の走行抵抗 R/L は予め実験を通じてテーブルを求めておいてROM内に格納しておき、車速 V から検索する。図15にその特性を示す。

【0026】図4フロー・チャートのS10においては以上のパラメータを実測乃至は算出する。尚、演算の便宜のために各パラメータは図16に示す如く、パラメータ番号(1~19)を予め付与しておき、その番号でパラメータを特定する。またメンバーシップ関数についても、関数毎に関数番号(1~76)を6個ずつ予め付与しておいて演算を簡略化する。例えばスロットル開度 θ を例にとると、これはルール1, 2, 5, 6で使用されているが、その関数はルール1に示す右上がりのファジ集合とルール2に示す右下がりのファジ集合とルール6に示す尖形状のファジ集合の3種にしか過ぎないので、それらを関数番号1~3で特定する。尚、関数番号4~6の内容はブランクとする。尚、メタルール9, 10は後で述べる様に最終チェックで使用する。そこから、そこで使用するタイヤ回転数とタイヤ回転変化にはパラメータ番号を付さない。

【0027】続いて、S12においてトルクコンバータの速度比推論用のメンバーシップ値を算出し、次いでS14において目標速度比を算出する訳であるが、ここで図6~図8に示したルールに関して若干説明を追加する。先ず、始めに述べた様に、本発明に係る装置の場合にはファジブロダクションルールを用いて推論することから、制御モデルが図6~図8(及び図9~図11)に示す如き前提部(IF部或いは前件部)と結論(THEN部或いは後件部)からなる形式、即ちIF... THEN...の形式で記述される。図6~8においてル

ール1~4は一般走行時を対象とするベースルール、ルール5~8は登坂等の特殊な走行時を対象とするエキストラルール、またルール9~10は制約的なメタルールである。

【0028】各ルールについて簡単に説明を補足すると、ルール1においてスロットル開度が大きくトルコン速度比(実際の)が大きいときはトルコン速度比を小さくするのは、アクセルペダルが踏み込まれたときは運転者が加速を意図していると考えられるので、速度比を下げトルク増幅率を上げ、加速感を満足させるためである。尚、ロックアップクラッチが締結されるにつれて速度比は1.0に近づき、完全に締結されたとき速度比=1.0となる。尚、ここで結論のファジ関数が-1.0で最大となっているのは、トルコン速度比を大きくマイナス方向、即ち解放方向に修正することを意味する。このルールの結論は後に述べる様に、加重平均され、平均値が現在の速度比に加算されて最終的な目標速度比が決定される。但し、図5に示した様にメタルール(ルール9, 10)は制約的なルールであることから、加重平均の対象から外され、最終的に目標速度比をチェックするとき使用される。詳細は後述する。

【0029】ルール2はその逆を示しており、このような運転状態ではロックアップクラッチを締結させて燃費を向上させる様にした。またルール3でタービン回転数が大きいときはトルコン速度比を大きくするのは、タービン回転数が大きいとき、つまり車速が高いときは機関回転数が多く、トルクコンバータのトルク増幅を用いることなく走行可能であり、また車体振動などの観点からもトルクコンバータの速度比を大きくするためである。ルール4はその逆を示す。ルール5で登坂時スロットル開度が大きいときはトルコン速度比を小さくするのは、駆動力を上げるためである。またルール6でスロットル開度が戻されておりトルコン速度比が非常に大きいときはトルコン速度比を小さくするのは、トルコン速度比が1.0を超えて非常に大きいときは機関が車輪側から回転される状態にあるので、ロックアップクラッチ締結状態を維持させつつエンジンブレーキ状態を継続させて減速感を向上させるためである。ここで、トルコン速度比をクラッチ解放方向に修正するのは実際のトルコン速度比が1.0を超えて非常に大きいため解放方向に修正しても1.0付近($e \approx 1.0$)に止まると予想されることと、更に大きな理由はメタルールで述べるパニックブレーキなどに対応するためである。つまり、減速時は e が1より大きくなろうとするが、これを $e = 1$ とすると、雪路などでのパニックブレーキ時にロックアップ解放応答遅れで、機関ストール及び機関ストップが発生する。これを回避するため、少しの滑り(即ち、 $e \approx 1.0$)を発生させ、応答性改善を図る様にした。ルール7で高油温時トルコン速度比を大きくするのは、トルクコンバータが滑るほど油温が上昇するので、それを防止するためであ

る。またルール8で低油温時トルコン速度比を小さくするのは、低油温時は粘性が高いので、機関の振動が伝達されて揺すり振動が生じるのを防止するためである。更に、ルール10で車輪回転数の変化が負で極めて大きいときはロックアップクラッチを解放するのは、例えば雪道走行時にブレーキを使用したときにタイヤがロックされてエンジンストールになるのを防止するためであり、ルール9はルール10で急制動を検出できなかった場合を救済するためのもので同一の目的を有する。

【0030】図4に戻ると、S12、S14の作業は、各ルールの前件部に示されるメンバーシップ関数について検出したパラメータをあてはめて交錯する位置に対応する縦軸の値（『メンバーシップ値』または『メンバーシップグレード』と称する）を読み取って最小のメンバーシップ値をそのルールの適合度とし、その前件部の適合度で重みづけして各ルールの後件部の出力を加重平均して出力値を求める作業である。S12でのメンバーシップ値算出作業は、先ずルール群で使用されるパラメータについてメンバーシップ値を算出し、関数番号との対応付けを行うことから開始するが、具体的には図16に示す様に、例えばスロットル開度に関する関数番号1について“0.3”なる値を読み取って対応付けを行う作業から開始する。

【0031】図17はそのメンバーシップ値の算出ルーチンを示すフロー・チャートである。先ずS200においてパラメータ番号の値を“1”（スロットル開度）に初期設定し、S202に進んで当該パラメータ番号に対応するファジィ分割数、即ちこのパラメータを使用するメンバーシップ関数の個数、スロットル開度で言えば3個、を読み取り、S204に進んでその分割数を計数するカウンタCOUNTの値を1に初期設定し、S206でメンバーシップ値を検索する。

【0032】図18はその検索ルーチンを示すサブルーチン・フロー・チャートであり、先ずS300で前記カウンタ値とファジィ分割数とを比較する。最初のループでは当然にカウンタ値はファジィ分割数未満と判断されてS302に進み、そこで関数番号を“6×（パラメータ番号-1）+COUNT”と計算し、次のS304でメンバーシップ値を読み取り、次のS306で読み取った値をRAMの適宜な個所に書き込み、最終のS308で前記COUNT値をインクリメントし、S300でカウンタ値がファジィ分割数を超えると判断されるまで繰り返す。S300で超えると判断されたときは図17フロー・チャートに戻り、S208に進んでパラメータ番号をインクリメントし、次のパラメータについて同様の作業を繰り返し、S210でパラメータ番号が19に達したと判断されるまで上記の作業を反復する。

【0033】以上において、メタルールを除いて、全てのパラメータについてメンバーシップ値が検出・算出されたので、図4に戻ってS14に進んで目標速度比を決

定する。

【0034】図19は目標変速比決定サブルーチン・フロー・チャートである。先ず、S400において推論に必要なルール数NLC、実施例の場合“8”をカウンタNに初期設定し、S402で最初のルールの番号（=1）にカウンタLの値を初期設定する。

【0035】次いで、S404において前件部の適合度を検索する。図20を参照して説明すると、先ずS500で現在までに検索されたルール数、最初のプログラム起動時であれば“1”をカウンタKにセットする。次いで、S502で現在までのルールの最小適合度を示すグレード値GRADEを適宜な値、例えば“1.0”に初期設定する。次いで、S504で現在までに検索されたルール数と推論に必要なルール数とを比較する。

【0036】最初のプログラム起動時は当然にK<Nと判断されてS506に進み、そこで現在検索しているルールの前件部のラベル番号カウンタL0の値を“1”に初期設定し、次のS508で第(L+K-1)番目のルールのL0番目の関数番号F0の値を読み取る。この点について図21を参照して説明すると、図21に示す如く、関数番号に応じてメンバーシップ値が既に読み取られているが、他方、各ルールで使用されるパラメータには順次番号（前記したラベル番号）を付しておく。例えばルール1で言えば使用パラメータはスロットル開度 θ_{TH} と実際の速度比 e であるので、最初のスロットル開度をラベル番号1、速度比をラベル番号2とする。尚、ルール1は2個のパラメータのみ使用するため、ラベル番号3以降（最大6まで可能）には適宜な値FF、例えば“255”を付しておく。この様にすることによって、各ルールのパラメータとそのメンバーシップ値とを対応づけることが出来る。従って、最初のプログラム起動時ではS508において第1（=L+K-1）ルールのラベル番号1（スロットル開度）の関数番号（=1）のメンバーシップ値を読み取る（MYUGRD（F0））。

【0037】次いで、S510においてその関数番号の値を所定値、例えば“255”と比較する。当然否定されてS512に進み、そこでラベル番号を最大値（6）と比較する。これはフェイルセーフ的な確認作業であるので、当然否定されてS514に移行し、そこでS508で読み取った値が零と等しいか否かが判断する。零ではないと判断されるときはS516に進み、そこでGRADEの値（初期値1）と比較し、GRADE値より小さいと判断されるときはS518においてGRADEの値をMYUGRD（F0）の値に入れ換え、その値を現在までの最小適合度とし、次いでS520においてラベル番号をインクリメントし、次のパラメータ（ルール1で言えば速度比）について同様の作業を繰り返す。

【0038】即ち、図22に示す如く、この様な作業により各ルールについてパラメータのメンバーシップ値を順次検索し、最小の値を選択していくことになるが、同

13

図に示す如く、そのルールにパラメータがない場合にはそのラベル番号のメンバーシップ値に適宜な値FF、例えば“255”を入れてあるので、S510において $F0 = FF$ と判断されてS522に進み、そこでラベル番号が1であるか否か判断される。ラベル番号が1の場合、そこにはルール自体が存在しないことになるので、S524に進んでそのルールの適合度MYURULE($L + K - 1$)の値を零とし、S526で次のルールに進む。尚、ルール番号は最大35まで用意しておく。

【0039】それ以外の場合にはS528に進み、そこでGRADE 値をそのルールの適合度とし、S526に進んでルール数カウンタをインクリメントする。斯くして、各ルールの適合度（最小メンバーシップ値）が順次決定される。尚、S514でMYUGRD (F0) が零と判断されたときはそのルールの最小値は他のパラメータのメンバーシップ値を検索するまでもなく零となるので、演算の簡略化のため、S524にジャンプする。

【0040】再び図19に戻ると、次いでS406において加重平均によって出力値を決定する。

【0041】図23を参照して説明すると、先ずS600、S602においてRAM値WMS、WSの値（後述）を零にイニシャライズする。次いで、S604においてルール数カウンタKの値を1（ルール1）にセットし、S606に進んで推論に必要なルール総数を示すカウンタNの値と比較する。最初のプログラム起動時は当然 $K < N$ と判断されてS608に進み、そこで先に検索したルール1の適合度が零であるか否か判断する。

【0042】S608において零ではないと判断された場合、S610に進み、そこで第($L + K - 1$)ルールの後件部関数番号FAを読み取る。即ち、ルール1であれば“...トルコン速度比を小さくする。”と記述される様に、結論として-1.0を頂点とする波形からなるメンバーシップ関数が示されている。これらの結論、即ち重心位置と重さを図24に示す如く、この後件部関数番号により予め種類分けしておく。

【0043】次いで、S612に進み、そこでRAM値WMS の値を算出し、次いでS614においてRAM値WSの値を算出し、次いでS616に進んでルール数カウンタをインクリメントする。この点について図24を参照して説明すると、例えば前件部の適合度がルール1の場合0.3、ルール2の場合0.2であったとする。後件部の重心についてはルール1の場合-1/3、ルール2の場合+1/3である。またその重さをルール1の場合には1.0、ルール2の場合には0.8とすると、加重平均は図示の如く、

加重平均 = {ルール適合度MYURULE($L + K - 1$) × 後件部関数番号に対応する重心の位置Gx(FA) × 後件部関数番号に対応する重心の重さMG (FA) の総和} / {ルール適合度MYURULE($L + K - 1$) × 後件部関数番号に対応する重心の重さMG (FA) の総和}

14

で示される。尚、本実施例においては図25に示す如く、より簡略化した手法で行っており、即ちルール適合度に応じて後件部の値を算出するに際し、その位置で三角形を水平方向に頭切りするのではなく、その位置、図示例の場合0.3乃至は0.2の位置を頂点とする三角形（斜線で示す）を作成し、それらの三角形を同一定義域上に写像するに際しても、加算して行う如くにした。

尚、同図に示す様に、重さを一定として更に簡略化しても良い。

【0044】図23において、S612でのWMS は上式での分子に、S614でのWSは分母に該当するが、それを前回値（初期値0）に加算しつつS606～616をループすることにより、ルール1～8について分子と分母とを別々に累算することが出来る。そして、S606において検索したルール数が検索すべきルール数を越えたと判断されたときはS618に進み、WSが零であるか否か判断し、否定されたときはS620においてWMS をWSで除して商ANS を算出する。尚、S618でWSが零と判断されたときはS622で商ANS を零に設定する。次いでS624に進み、そこで商ANS (Δe) を現在の速度比eに加算して目標速度比を決定する。

【0045】再び図19に戻ってS408に進み、そこで最終目標速度比の決定が行われる。

【0046】図26はその決定を示すサブルーチン・フロー・チャートであり、同図に従って説明すると、先ずS700でルール9、10のメンバーシップ値を算出し、S702で算出したメンバーシップ値が“1.0”か否か判断し、肯定されるときはS704に進んで一旦決定された目標速度比eを“0”にする。尚、S702で否定されるときはそのままプログラムを終了する。この様なチェックを行うのは、メタルールが絶対的な禁止条件を定めた制約ルールであるためである。この様にメタルールの演算を他のルールの演算とは別にすることにより、特定の条件において、絶対的な制約を優先させることが可能となり、例えばパニックブレーキ時などにも対応可能である。

【0047】再び、図4に戻ると、以上から目標速度比が決定されたので、続いてS16、S18に進んで第2のファジィ推論を行って図5に示した様に電磁ソレノイドバルブ45のデューティ比制御値を決定する。但し、これについてはS12、S14で行った第1のファジィ推論と変わるところはないので、その詳細は説明は省略する。尚、この様にファジィ推論を連続して行う様にしたのは、目標速度比を決定して電磁ソレノイドバルブを操作しても、油圧を介して制御することから、目標値に実際値が直ちに追従することがなく、よって目標値への追従制御を行う必要があるからである。また、この様な追従制御にはファジィ推論が適しているため、本実施例ではファジィ推論を使用した。

【0048】ここで、先に図9～図11に示したデュー

ティ比制御値の決定に使用するファジィプロダクションルール群について若干説明を補足する。図9～図11に示すルール群においては先に決定された目標速度比にすべく、目標値と実際値との偏差とその差分とから追従制御するものであるが、先ずルール11において目標速度比と現在の速度比の偏差Eが正で大きく偏差の変化量ΔEが正で大きければ操作量を負で大きくするのは、図27に示す様に、今目標速度比が0.5で現在の速度比が0.25にあるとすると、偏差Eは $0.5 - 0.25 = +0.25$ となり、また同図に矢印(丸付数字11)で示す如く、変化が負方向で目標値が遠ざかる状態にある。即ち、目標値より滑りすぎている状態にあるので、デューティ比を下げてクラッチ締結方向に制御する。尚、ルール12～14についても同図矢印(丸付数字12～14)でそれらに対応する状態を示す。またルール15は目標値近傍まで接近した場合を示しており、この様に零近傍で2階差分値を見ても変化がないときは、目標値を不変とする。逆に、ルール16、17は目標値から大きく離れた場合を意味し、よって図示の通り操作量を極大とする。尚、ルール18、19で油温が低く、偏差Eが正(負)で大きいとき操作量を負(正)で極大にするのは、粘性が高いため油圧の応答が遅れるためである。

【0049】本実施例は上記の如く、勾配抵抗をパラメータに加えてファジィプロダクションルールに基づいてファジィ推論を行って目標速度比を決定し、その目標速度比にすべく実際値との偏差をパラメータとして第2のファジィ推論を行ってデューティ比制御値を決定する様に構成した。即ち、従来のスロットル開度と車速とから一義的にロックアップクラッチ制御値を決定していたのと異なり、勾配抵抗を含む運転状況認識に基づいてファジィ推論する様に構成したので、種々の運転状況に合わせたロックアップクラッチ締結制御が可能であるため、ドライバビリティと燃費、騒音低下等の両立が可能となつて、例えば登坂時においても傾斜度が小さければロックアップクラッチを締結して燃費を向上すると共に、急坂であれば解放してトルクを増幅させることが可能となる。

【0050】図28にマップ検索を利用する従来技術による、図29に本案制御によるロックアップクラッチの制御領域を示す。従来技術に比して、本案制御が制御領域を著しく拡大したことが理解できよう。また前記した特開平3-103665号公報記載技術と対比しても、その従来技術の場合にはDレンジの3速、4速のみについてロックアップクラッチの締結、解放をオン/オフ制御するものであったが、本案制御の場合には全てのギヤ段について速度比を通じてロックアップクラッチの締結、解放及び半クラッチ状態を制御することから、低速でのロックアップ締結で問題となる機関トルク変動による車体振動を半クラッチによって遮断、防止することが可能となり、また半クラッチ状態を作りだせるため、動

力性能を損なうことなく、燃費向上を図ることができ。また従来技術の場合にはオン/オフの2位置をオープンループ制御するに過ぎなかったが、本案制御の場合には目標速度比となるべくデューティ比をクローズドループ制御することから、制御精度、応答性においても一段と優れる。

【0051】更に、ファジィプロダクションルールを用いて推論する様にしたので、従来技術の如くファジィ関係による推論に比して、知識ベースが作り易く、対話形式による制御則作りが可能となつて一層的確に熟練運転者が手動変速機車両で経験・蓄積した操作ノウハウを採り入れて人の感性、判断、意図に一層適合した制御を実現することができ、更に図6～図11に示したルールの改変も容易である。

【0052】またファジィプロダクションルールについても階層別に構成したことから、ルールの個数を最小限度に削減することができ、またファジィ推論においてもパラメータ等に番号を付して特定すると共に、予め個々の演算を個別に取りまとめておくことから、演算を簡略化することができて演算時間を短縮することができる。

【0053】また勾配抵抗についても走行抵抗から平坦路の走行抵抗を減算して算出するので、センサ系のコストを削減することができると共に、従来技術に比して一層正確に勾配抵抗を求めることができる。

【0054】また制御を位置型制御と速度型制御に大別するとき、従来技術の場合はどちらかと言えば位置型制御と言える。それに対して実施例の場合、ファジィ推論において推論値を変化分で求めた現在値に加算する速度型の制御としたので、位置型制御に比して人の操作や意図をより制御に反映することが可能となる。更に、速度型制御では制御空間をより少ない制御ルールで網羅することができる。即ち、例えば手動変速機車両のクラッチ操作において、人は「このときこのスリップ率になる様に滑らせる」と言った絶対値操作(位置制御)を行っている訳ではなく、「今これ位滑っているから、更にこれ位滑らそう」と言った操作を行う。これは正しく速度型制御である。制御ルールの数については位置型制御の場合には取り得る現在値と制御後の値の組み合わせ毎に特性を記述する必要がある、例えば前進4速のシフト位置を位置型で特定しようとする、IF 1速で... THEN 1速のまま、IF 2速で... THEN 2速に... IF 4速で... THEN 4速のまま、等とルール数が膨大になる。これに対し、速度型制御では現在値の如何にかかわらず、その特性を記述するため、ルール数が少なくて済む。

【0055】尚、上記した実施例において、目標速度比のファジィ推論と目標デューティ比のファジィ推論との2段階構成にしたが、これに限られるものではなく、図示したルールに基づいて直ちに目標デューティ比を決定しても良い。また得られた目標速度比に基づいて目標デ

17

ーティ比を再びファジィ推論する様に構成したが、これに限られるものではなく、目標デューティ比はPID制御、現代制御等を利用して決定しても良い。

【0056】更に、図4においてこれら第1、第2のファジィ推論を同一プログラムで、即ち同一の制御周期で行う例を示したが、これに限られるものではなく、制御周期を変えても良い。

【0057】更に、上記した実施例においては勾配抵抗を算出のみで求めたが、勾配センサを設け、その出力を基に求めても良い。

【0058】

【発明の効果】請求項1項にあつては、自動変速機のトルクコンバータの機関出力軸に接続されるポンプインペラと変速機入力軸に接続されるタービンランナとを連結可能なロックアップクラッチの作動状態をソレノイドを介してデューティ比制御する自動変速機のロックアップクラッチの制御装置において、少なくとも機関負荷と、走行抵抗と、トルクコンバータの速度比とを含む機関の運転パラメータを求める手段、求めた運転パラメータから、その少なくとも1つについて設定されたメンバーシップ関数からなる前件部（IF部）と目標速度比について設定されたメンバーシップ関数からなる後件部（THEN部）とを有する複数のファジィプロダクションルールに基づいてファジィ推論を行って目標速度比を決定する目標速度比決定手段、及び決定された目標速度比に応じて前記ソレノイドを駆動するデューティ比を決定するデューティ比決定手段を備える如く構成したので、余裕駆動力を考慮して種々の運転状態に応じたロックアップクラッチ締結制御が可能となってシフトビジーが生じることがなく、例えば登坂時も緩い坂であればクラッチを締結して燃費を向上させ、急坂であれば解放してトルクを増幅させる等、ドライバビリティと燃費、騒音低減との両立が可能となる。また低速でのロックアップクラッチ締結で問題となる機関トルク変動による車体振動を半クラッチにより遮断、防止することが可能となると共に、半クラッチ状態を作りだせるため、動力性能を損なうことなく、燃費向上を図ることができる。またファジィプロダクションルールによる推論を通じて制御値を決定することから、熟練運転者が手動変速機車両で得ている経験的な操作ノウハウを採り入れて制御則を作るのが容易となって人の感性、意思決定、意図に一層適合する制御を実現できると共に、制御則を必要に応じて容易に改変することができる。

【0059】請求項2項記載の装置は、前記デューティ比決定手段は、目標速度比と実際速度比との偏差を求め、求めた偏差から、該偏差について設定されたメンバーシップ関数を含む前件部（IF部）と目標デューティ比について設定されたメンバーシップ関数からなる後件部（THEN部）とを有する複数の第2のファジィプロダクションルールに基づいて第2のファジィ推論を行

18

って目標デューティ比を決定する様に構成したので、前記した効果に加えて、目標値を精度良く追従させることができる。

【0060】請求項3項記載の装置は、前記走行抵抗が勾配抵抗であり、前記運転パラメータ算定手段は、全体の走行抵抗から平坦路の走行抵抗を減算して勾配抵抗を求める様に構成したので、センサ系のコストを低減することができると共に、勾配抵抗の値を一層正確に算出することができる。

10 【0061】請求項4項記載の装置は、前記第1の及び／又は第2のファジィプロダクションルールが、人の意思決定を分析して運転状態に応じて階層的に構成される様に構成したので、ファジィプロダクションルールの個数を必要最小限度に止めることができる。

【0062】請求項5項記載の装置は、前記第1の及び／又は第2のファジィプロダクションルールが、ファジィ推論を行って決定された値に優先する制御値を有するルールを含む様に構成したので、特定の条件において絶対的な制約を制御に反映させることができる。

20 【0063】請求項6項記載の装置は、前記第1の及び／又は第2のファジィ推論において、運転パラメータとそれについて設定されたメンバーシップ関数とに番号を付して特定し、該番号を使用して運転パラメータについて予めメンバーシップ値を算出し、次いで算出値から各ルールの前件部の適合度を算出する様に構成したので、演算が簡単になって結果的に演算時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る自動変速機のロックアップクラッチの制御装置を全体的に示す概略図である。

【図2】図1中のロックアップクラッチの要部拡大断面図である。

【図3】図1中のロックアップ制御ユニットの構成を示すブロック図である。

【図4】本制御装置の動作を示すメイン・フロー・チャートである。

【図5】本制御装置の特徴を推論部を中心に示す説明図である。

【図6】図4フロー・チャートのファジィ推論で使用する目標速度比決定のためのファジィプロダクションルールのルール1～4を示す説明図である。

【図7】図4フロー・チャートのファジィ推論で使用する目標速度比決定のためのファジィプロダクションルールのルール5～8を示す説明図である。

【図8】図4フロー・チャートのファジィ推論で使用する目標速度比決定のためのファジィプロダクションルールのルール9～10を示す説明図である。

【図9】図4フロー・チャートのファジィ推論で使用する目標デューティ比決定のためのファジィプロダクションルールのルール11～14を示す説明図である。

【図10】図4フロー・チャートのファジィ推論で使用する目標デューティ比決定のためのファジィプロダクションルールのルール15～18を示す説明図である。

【図11】図4フロー・チャートのファジィ推論で使用する目標デューティ比決定のためのファジィプロダクションルールのルール19を示す説明図である。

【図12】図4フロー・チャートの走行抵抗算出サブルーチンを示すフロー・チャートである。

【図13】図12フロー・チャートで使用するトルク比マップの特性を示す説明図である。

【図14】図12フロー・チャートの補正トルク平均値の算出を示す説明図である。

【図15】図12フロー・チャートで使用する平坦路の走行抵抗マップの特性を示す説明図である。

【図16】図4フロー・チャートで使用するパラメータ番号と関数番号を示す説明図である。

【図17】図4フロー・チャートのメンバーシップ値算出を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【図18】図17フロー・チャートのメンバーシップ値検索を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【図19】図4フロー・チャートの目標速度比決定を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【図20】図19フロー・チャートの前件部適合度検索を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【図21】図20フロー・チャートでの前件部適合度検索で使用するラベル番号等を示す説明図である。

【図22】そのラベル番号とルール適合度との関係を示す説明図である。

【図23】図19フロー・チャートの加重平均算出を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【図24】その加重平均算出を示す説明図である。

【図25】その具体例を示す説明図である。

【図26】図19フロー・チャートの最終目標速度比決定を示す説明図である。

【図27】図9に示したファジィプロダクションルールの群のルールの含意を説明する説明図である。

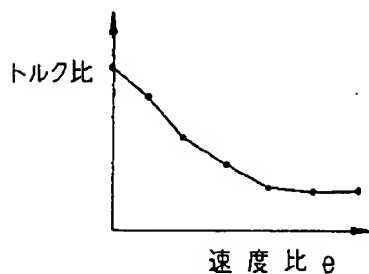
【図28】従来技術によるロックアップクラッチの制御領域を示す説明図である。

【図29】本発明によるロックアップクラッチの制御領域を示す説明図である。

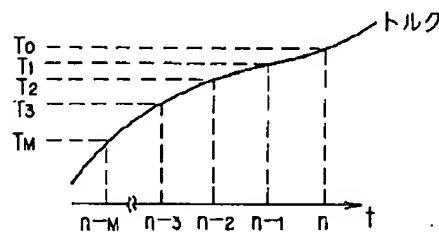
【符号の説明】

- | | |
|-------|--------------|
| 10 | 内燃機関本体 |
| 18 | 機関出力軸 |
| 20 | 自動変速機 |
| 22 | トルクコンバータ |
| 22a | ポンプインペラ |
| 22b | タービンランナ |
| 22c | カバー |
| 22d | ステータ |
| 24 | 変速機構 |
| 26 | ミッション入力軸 |
| 30 | ディファレンシャル装置 |
| 32 | ドライブシャフト |
| 34 | 車輪 |
| 40 | ロックアップクラッチ |
| 40a | ピストン |
| 40b | フェーシング |
| 40c | クラッチディスク |
| 45 | 電磁ソレノイドバルブ |
| 30 60 | ロックアップ制御ユニット |

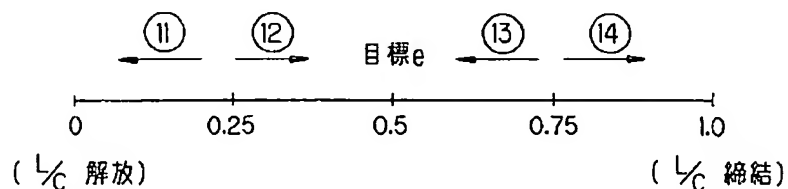
【図13】



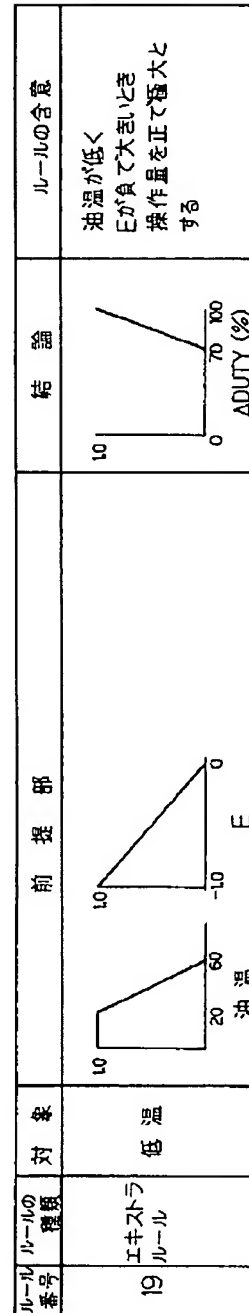
【図14】



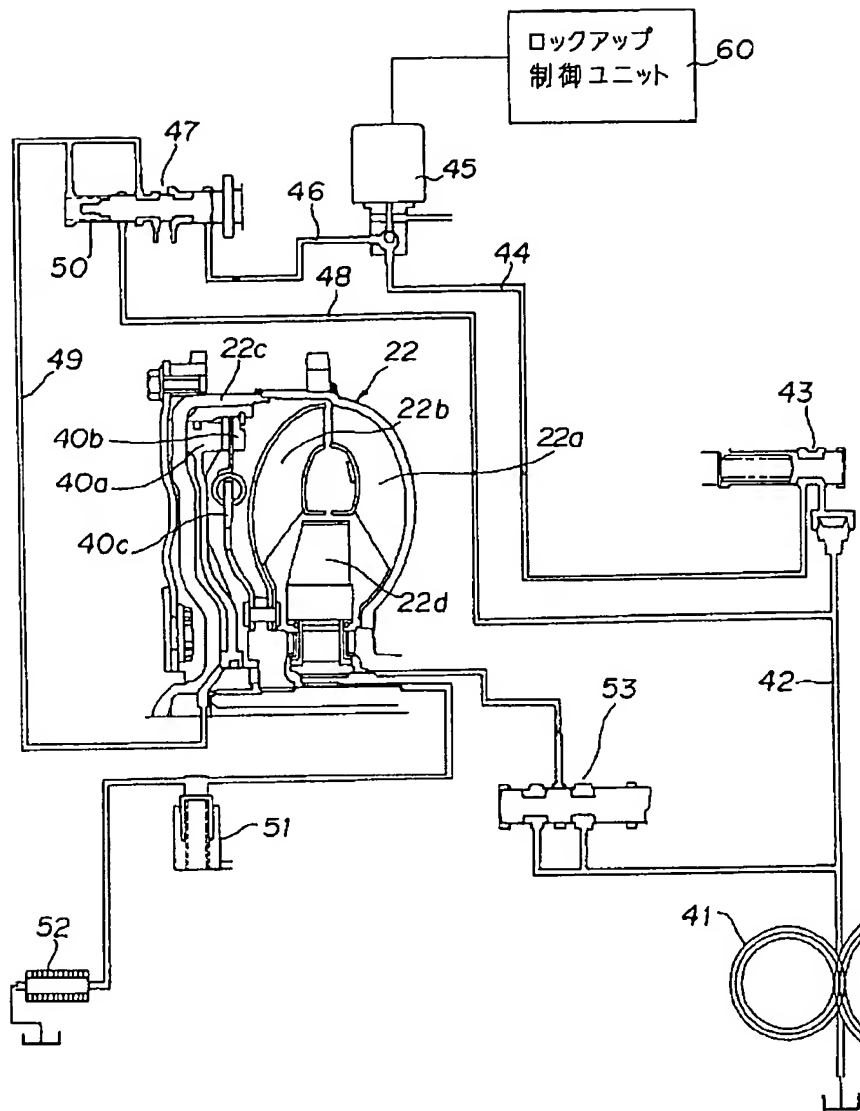
【図27】



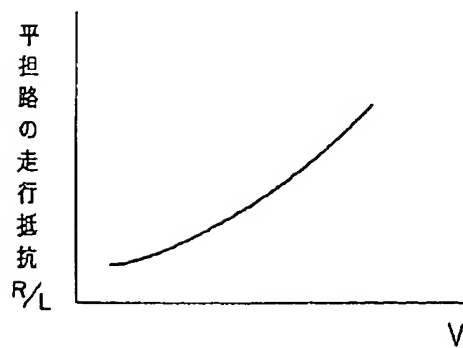
【図 11】



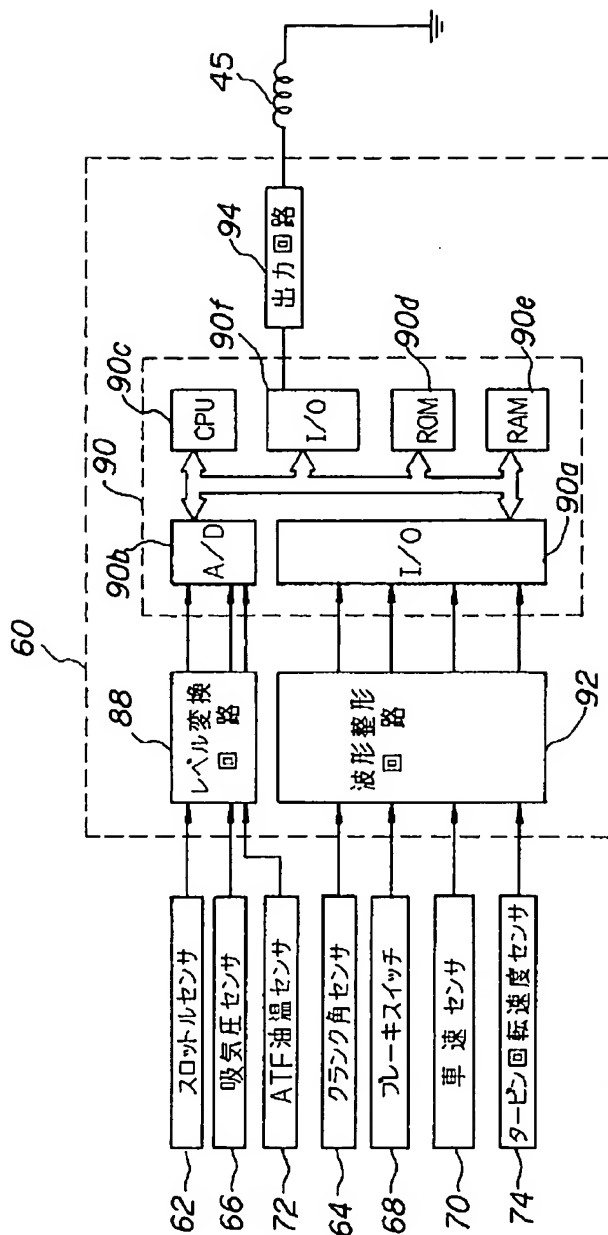
【図2】



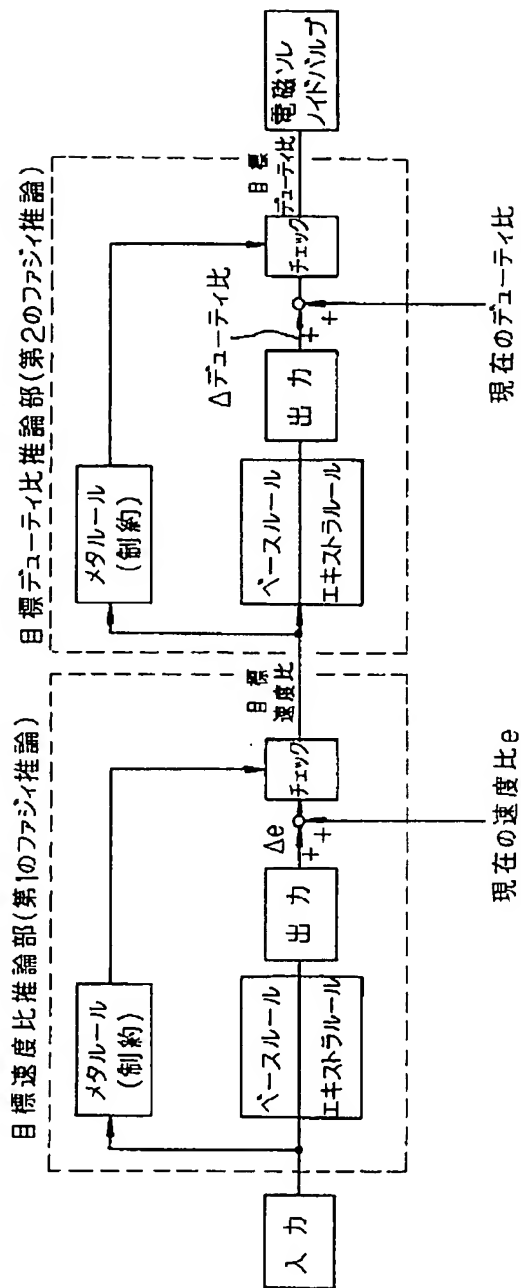
【図15】



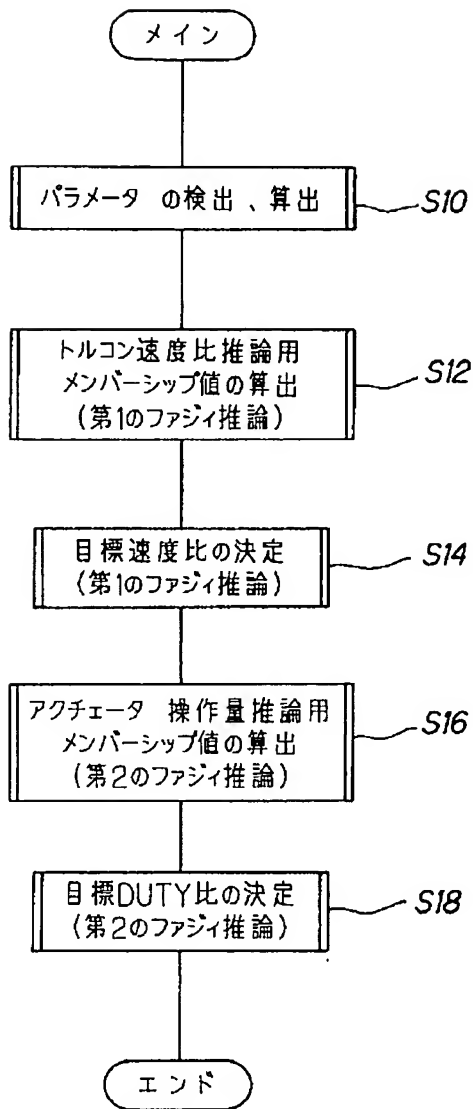
【図3】



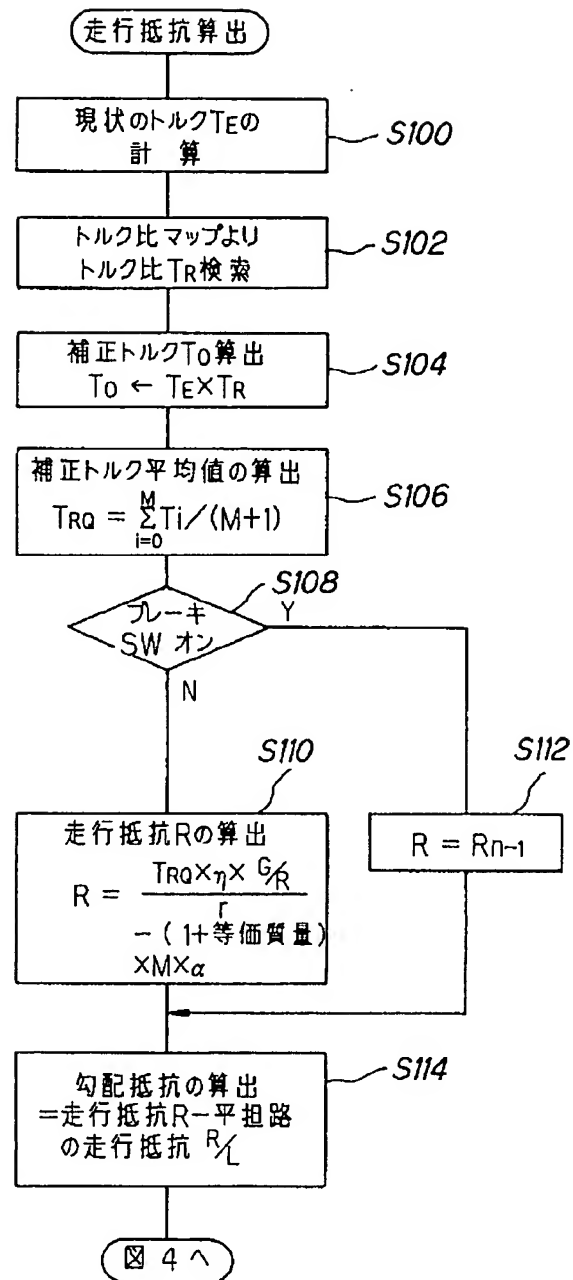
【図5】



【図4】



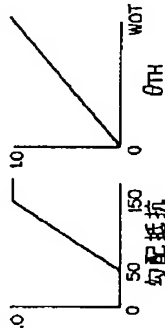
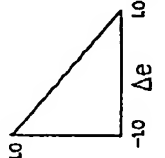
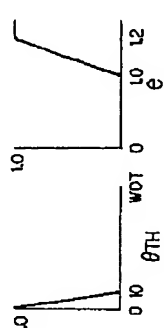
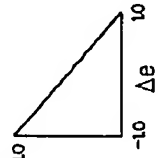
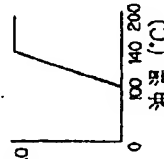
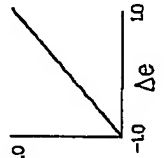
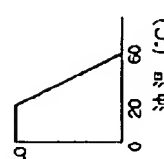
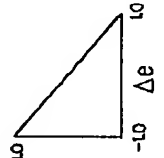
【図12】



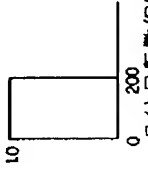
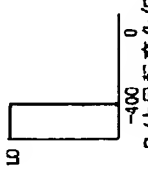
【図6】

ルール 番号	ルール 種類	対 象	前 提 部	結 論	ルール の 含 意
1	ベース ルール	一般 走行時			スロットル開度が大きく、 トルコン速度比が大きいときは トルコン速度比を小さくする
2	"	"			スロットル開度が小さく、 トルコン速度比が小さいときは トルコン速度比を大きくする
3	"	"			タービン回転数が大きいときは トルコン速度比を大きくする
4	"	"			タービン回転数が小さいときは トルコン速度比を小さくする

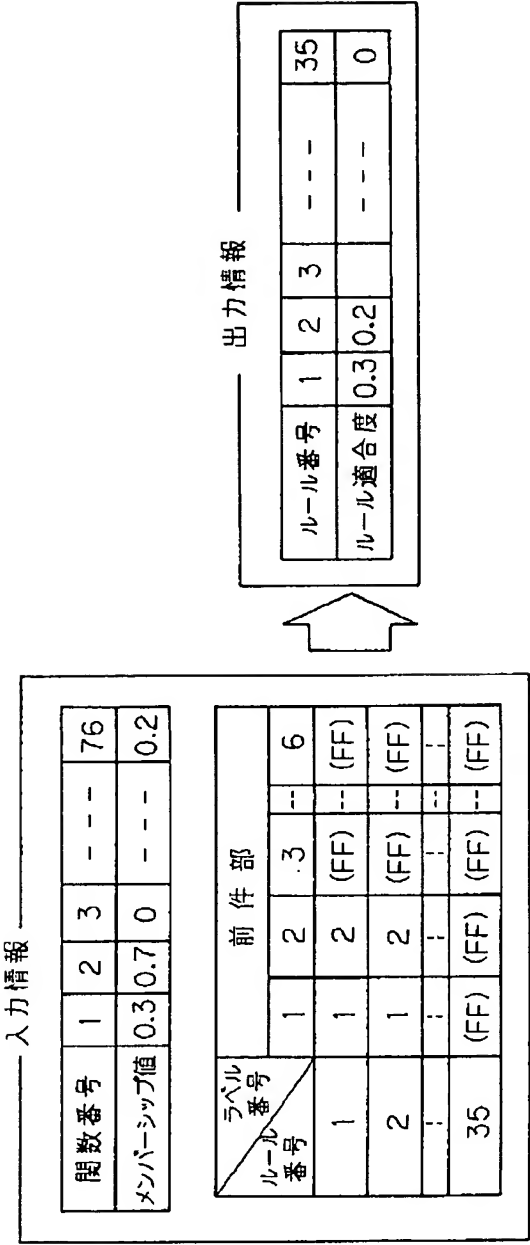
【図7】

ルール番号	ルールの種類	対象	前提部	結論	ルールの含意
5	エキストラルール	登坂			登坂時、スロットル開度が大いときはトルコン速度比を小さくする
6	エキストラルール	減速			スロットルが戻されておりトルコン速度比が非常に大いときは、トルコン速度比を小さくする
7	エキストラルール	高油温			高油温時、トルコン速度比を大きくする
8	エキストラルール	低油温			低油温時、トルコン速度比を小さくする

【図8】

ルール番号	ルールの種類	対象	前提部	結論	ルールの含意
9	メタルルール	パニッ ストップ		LOCK UP OFF (e = 0)	車輪回転数が極めて 小さいときは、ロックアップを 解除する
10	メタルルール	パニッ ストップ		LOCK UP OFF (e = 0)	車輪回転数の変化が負で 極めて大きいときは、ロック アップを解除する

【図21】











【図9】

ルール 番号	ルール 種類	対象	前提部	結論	ルールの含意
11	ベース ルール	一般走行			目標速度比と現在の速度比 の偏差Eが正で大きく、 偏差の変化量ΔEが正で大き ければ操作量を負で大きく する
12	ベース ルール	一般走行			Eが正で大きく、 ΔEが負で大きければ HOLDする
13	ベース ルール	一般走行			Eが負で大きく、 ΔEが正で大きければ HOLDする
14	ベース ルール	一般走行			Eが負で大きく、 ΔEが負で大きければ 操作量を正で大きくする

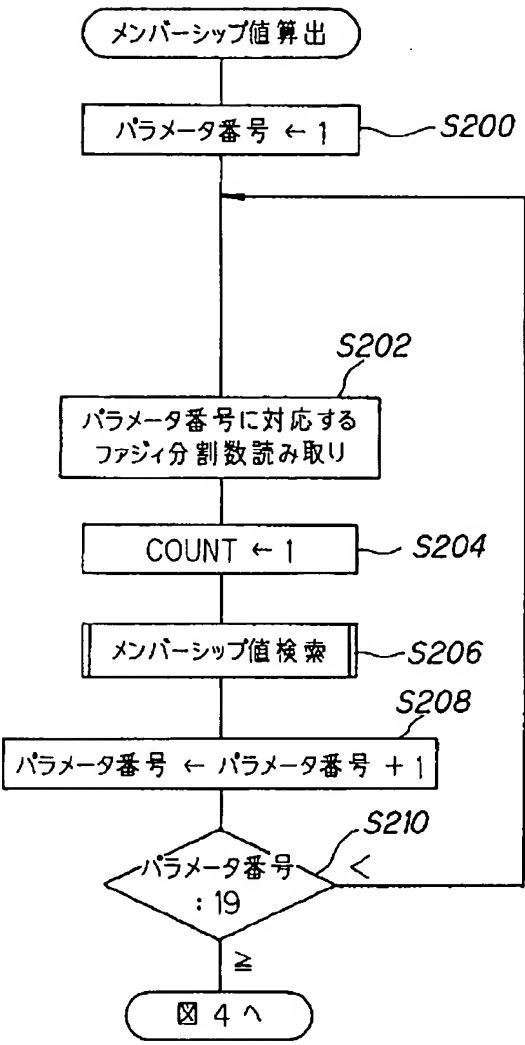
【図10】

ルール 番号	ルール 種類	対 象	前 提 部	結 論	ルールの含意
15	エキストラ ルール	一般走行		HOLD ($\Delta DUTY(\%) = 0\%$)	Eが0に近く、 $\Delta^2 E$ が0に近ければHOLDする
16	エキストラ ルール	一般走行			Eが正で極大ならば 操作量を負で極大とする
17	エキストラ ルール	一般走行			Eが負で極大ならば 操作量を正で極大とする
18	エキストラ ルール	低 温			油温が低く、 Eが正で大きいとき 操作量を負で極大と する

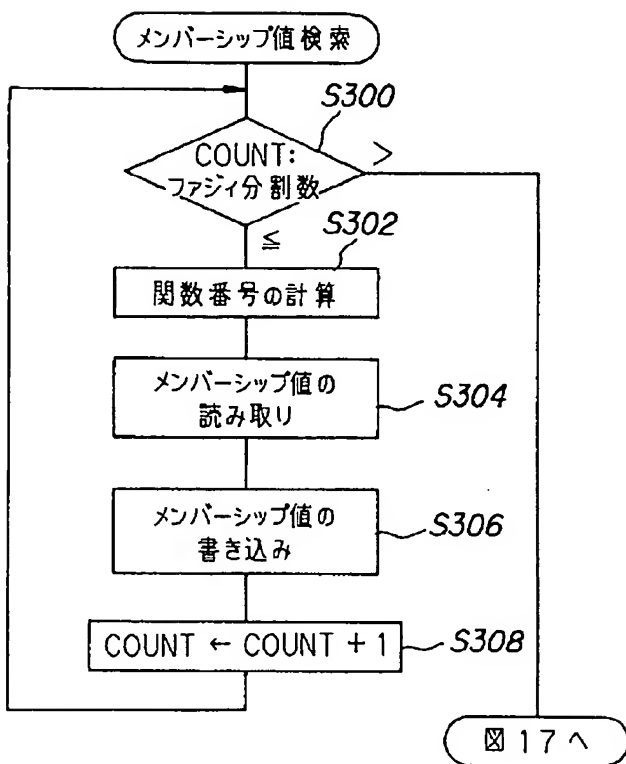
【図16】

パラメータ	パラメータ番号	関数番号	メンバーシップ値
スロットル開度 θ_{TH}	1	0.3  1	0.3
		0.7  2	0.7
		0  3	0
		 4	
		 5	
		 6	
速度比 e	2	0.8  7	0.8
		0.2  8	0.2
		⋮ ⋮	
	⋮	⋮ ⋮	
	19	76	

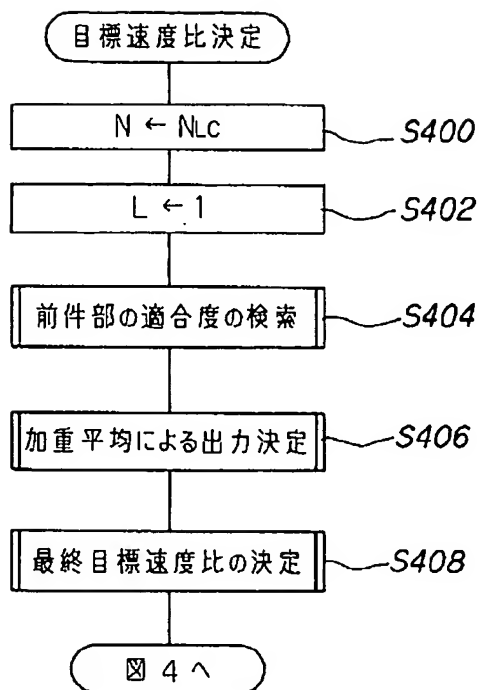
【図17】



【図18】



【図19】



【図24】

ルール番号	1	2	3	...	35
ルール適合度	0.3	0.2		...	0

ラベル ルール番号 番号	前件部				後件部関数番号
	1	2	...	6	
1			..		1
2			..		2
3			..		2
⋮					⋮
35			..		13

後件部関数 番号 (n)	重心の位置 6×(n)	重さ MG(n)
1	$-\frac{1}{3}$	1.0
2	$+\frac{1}{3}$	0.8
3	$+\frac{1}{3}$	0.8
⋮	⋮	⋮
17		

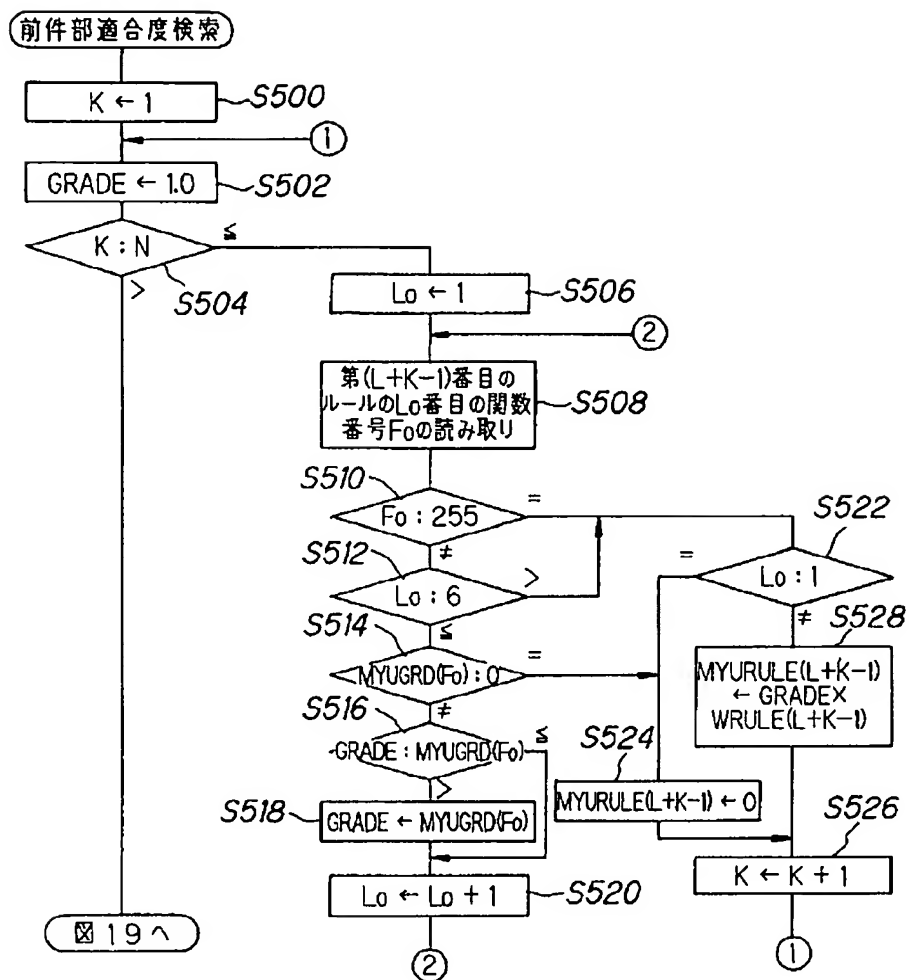


出力情報

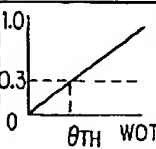
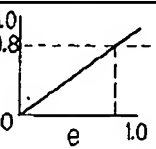
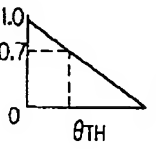
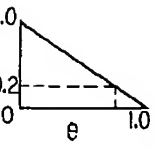
$$\text{加重平均} = \frac{0.3 \times (-\frac{1}{3}) \times 1 + 0.2 \times (\frac{1}{3}) \times 0.8}{0.3 \times 1 + 0.2 \times 0.8} = -0.1$$

$$(\text{加重平均} = \frac{\text{ルール適合度} \times G \times \text{MGの総和}}{\text{ルール適合度} \times \text{MGの総和}})$$

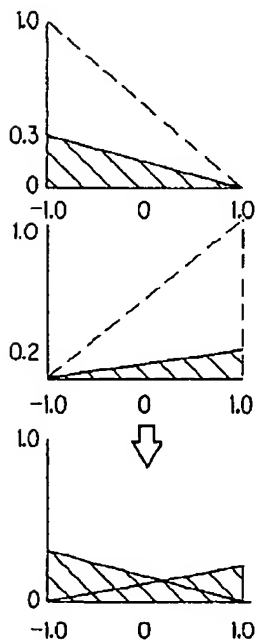
【図20】



【図22】

ラベル ルール 番号	1	2	---	6		ルール 適合度
1			(FF)	(FF)	MIN	0.3
2			(FF)	(FF)	MIN	0.2
⋮	⋮	⋮	---	⋮		⋮
35	(FF)	(FF)	---	(FF)		0.0

【図25】

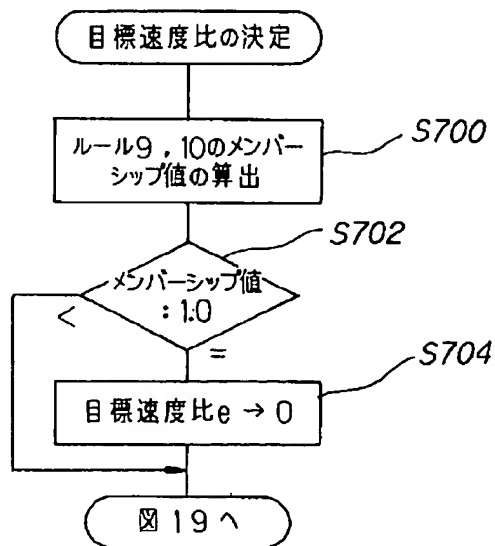


加重平均

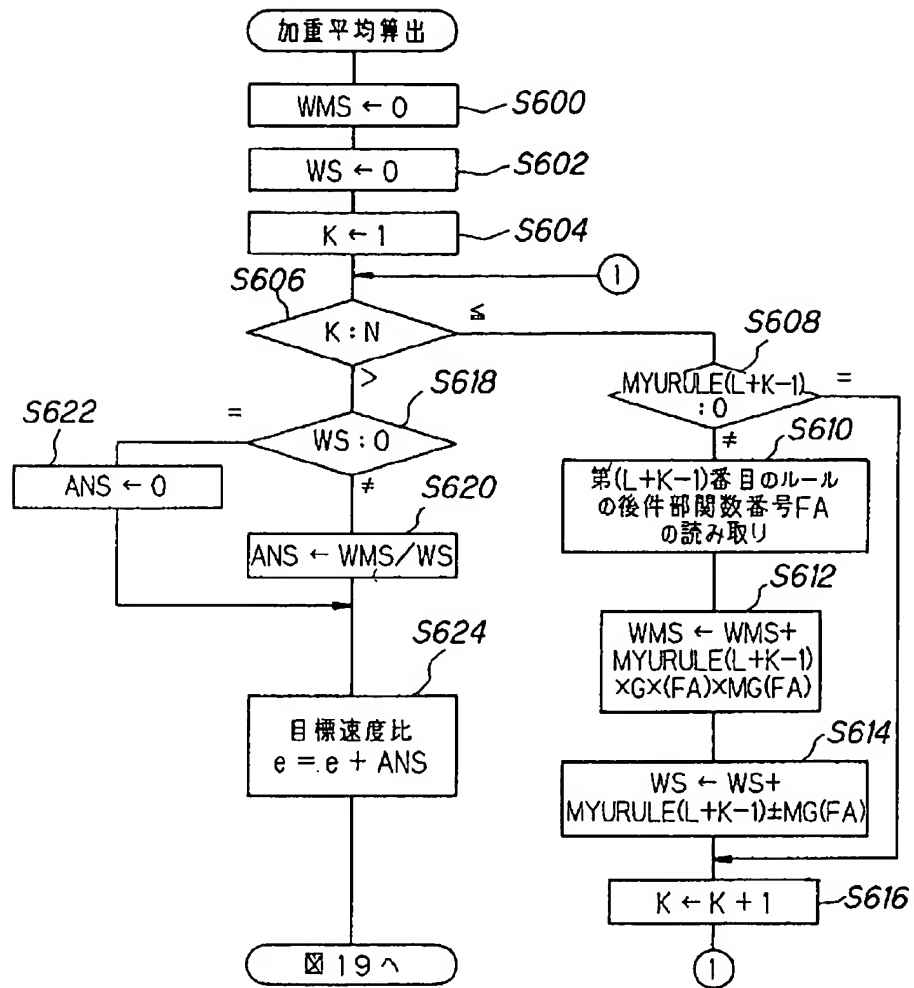
$$= \frac{0.3 \times (-\frac{1}{3}) + 0.2 \times (\frac{1}{3})}{0.3 + 0.2}$$

$$\approx -0.067$$

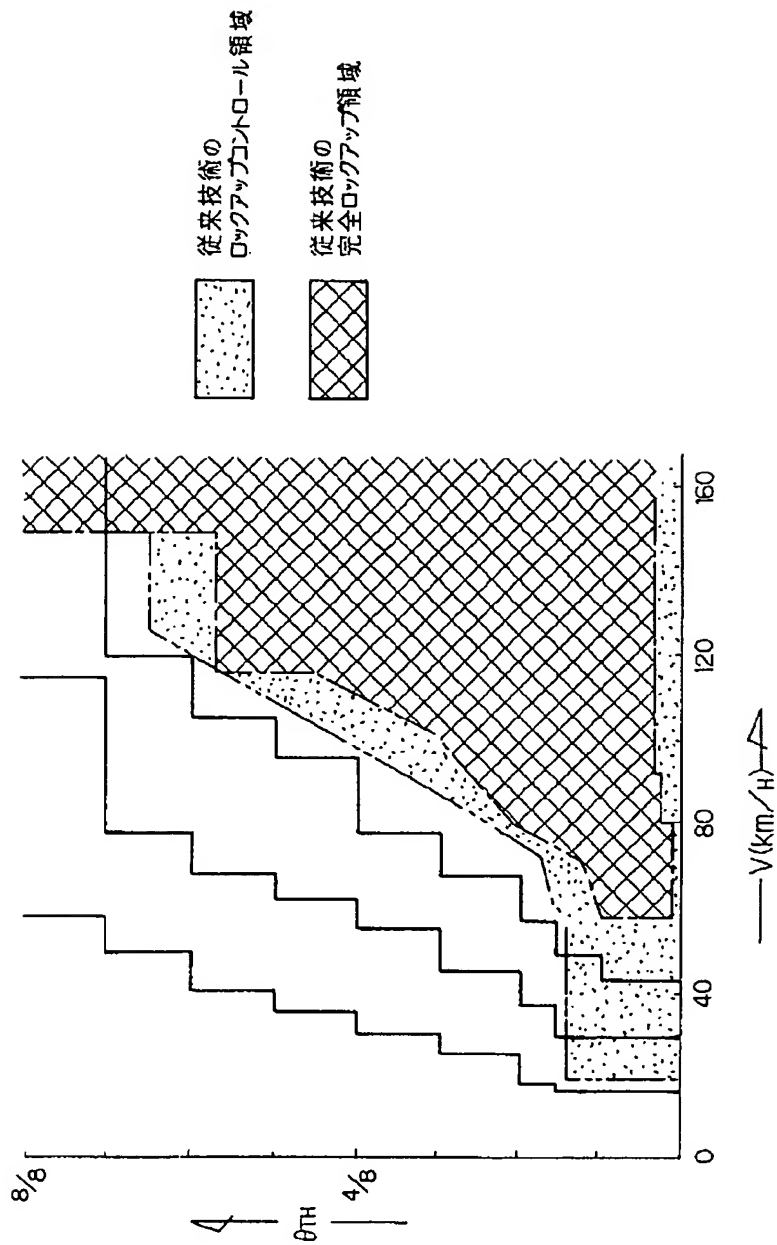
【図26】



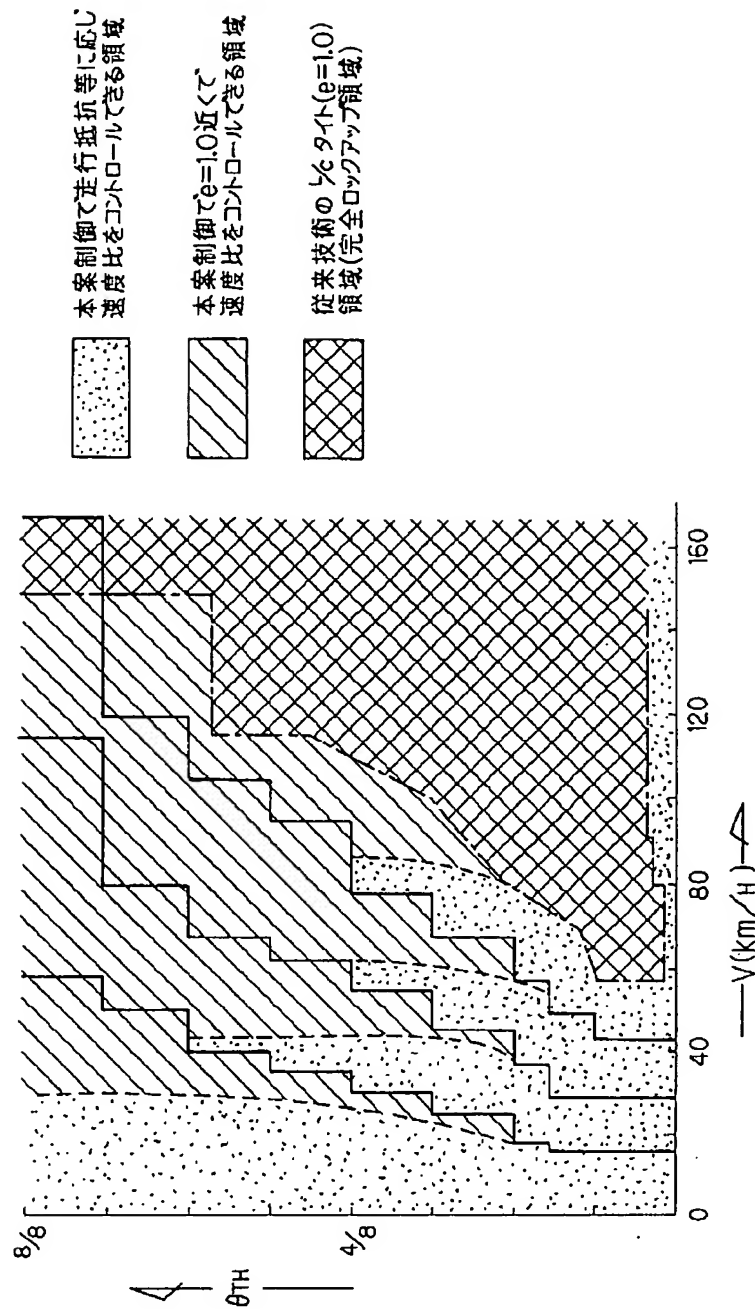
【図23】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

F 1 6 H 59:48

59:66

59:72

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8207-3 J

8207-3 J

8207-3 J

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.